

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/001378

International filing date: 01 February 2005 (01.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-025547  
Filing date: 02 February 2004 (02.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 24 March 2005 (24.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

03. 2. 2005

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   2 月   2 日  
Date of Application:

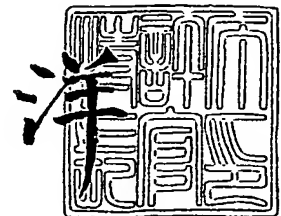
出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 0 2 5 5 4 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 4 - 0 2 5 5 4 7 ]

出   願   人            ヤマハ発動機株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   3 月   9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願  
【整理番号】 PY51260JP0  
【提出日】 平成16年 2月 2日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F02P 5/15  
【発明者】  
    【住所又は居所】 静岡県磐田市新貝 2 5 0 0 番地 ヤマハ発動機株式会社内  
    【氏名】 粉川 嗣教  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000010076  
    【氏名又は名称】 ヤマハ発動機株式会社  
    【代表者】 長谷川 至  
【代理人】  
    【識別番号】 100087619  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 下市 努  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 028543  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 9102523

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

燃焼室内のマイナスイオン電流量を計測してマイナスイオン電流曲線を求め、該マイナスイオン電流曲線におけるマイナスイオン電流の立ち上がり側に位置する任意の第 1 ポイントと、上記マイナスイオン電流のピーク側に位置する任意の第 2 ポイントとを求め、該第 1, 第 2 ポイントに基づいて、エンジンの運転状態を変化させる運転状態可変手段を制御することを特徴とするエンジンの運転制御装置。

**【請求項 2】**

請求項 1 において、上記第 1 ポイント, 第 2 ポイントがそれぞれマイナスイオン電流の立ち上がり点, ピーク点に設定され、該第 1, 第 2 ポイントの略中心点が燃焼重心とされており、上記運転状態可変手段が点火時期制御装置であり、該点火時期制御装置は、上記燃焼重心が所定の第 3 ポイントとなるように点火時期を制御することを特徴とするエンジンの運転制御装置。

**【請求項 3】**

請求項 2 において、上記点火時期制御装置は、上記燃焼重心が最大トルク発生のための最小進角 (MBT) に適合するように点火時期を制御することを特徴とするエンジンの運転制御装置。

**【請求項 4】**

請求項 2 において、上記点火時期制御装置は、上記燃焼重心が上記 MBT より遅角側に適合するように点火時期を制御することを特徴とするエンジンの運転制御装置。

**【請求項 5】**

請求項 2 ないし 4 の何れかにおいて、上記点火時期制御装置は、上記燃焼重心が上記 MBT に適合するよう又は上記 MBT より遅角側に適合するよう点火時期をフィードバック制御することを特徴とするエンジンの運転制御装置。

**【請求項 6】**

請求項 1 において、上記第 1 ポイント, 第 2 ポイントがそれぞれマイナスイオン電流の立ち上がり点, ピーク点に設定され、該第 1, 第 2 ポイントの略中心点が燃焼重心とされており、上記運転状態可変手段はバルブタイミング制御装置であり、該バルブタイミング制御装置は、上記燃焼重心の変動率に基づいてバルブタイミングを制御することを特徴とするエンジンの運転制御装置。

**【請求項 7】**

請求項 1 において、上記第 1 ポイント, 第 2 ポイントがそれぞれマイナスイオン電流の立ち上がり点, ピーク点に設定され、該第 1, 第 2 ポイントの略中心点が燃焼重心とされており、上記運転状態可変手段は、吸気内に排気ガスを再循環させる EGR 装置であり、該 EGR 装置は、上記燃焼重心の変動率に基づいて EGR 率を制御することを特徴とするエンジンの運転制御装置。

**【請求項 8】**

請求項 1 ないし 7 の何れかにおいて、上記第 1, 第 2 ポイントは、クランク角度又は点火からの時間により定義されることを特徴とするエンジンの運転制御装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】内燃機関の運転制御装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、内燃機関の運転制御装置に関し、特にマイナスイオン電流に基づいて、例えば最大トルクが得られる最小点火進角（以下、MBT (Minimum Sparkadvance for Best Torque)）となるように点火時期を制御するようにしたものである。

【背景技術】

【0002】

火花点火式内燃機関における点火時期の最適化手法として、点火直後のシリンダ内にイオン電流を流してその電流値が最大となる点火からの時間を計測し、計測された時間とMBTの位置との時間差を演算し、演算された時間差を前回の点火時期に加減して今回の点火時期を決定するようにしたものがあ（特許文献1参照）。

【特許文献1】特開平6-33855号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記従来装置では、イオン電流の点火後のピーク位置は燃焼圧と相関があり、MBT時には燃焼圧ピークが上死点後15度であり、従ってイオン電流のピークも上死点後15度とすることによりMBTとなる、とされている。しかしながら燃焼速度の低下時のMBT時にはイオン電流のピーク位置は上死点後15度とはならない。従ってこの方法では幅広い運転状態において点火時をMBTに適合させることはできない。

【0004】

本発明は、上記従来の問題点を鑑みてなされたもので、トルクや燃焼圧を測定することなく、例えば点火時期をMBTに制御でき、燃費、排ガス、ドライバビリティを最適化することができる内燃機関の運転制御装置を提供することを課題としている。

【課題を解決するための手段】

【0005】

請求項1の発明は、燃焼室内のマイナスイオン電流量を計測してマイナスイオン電流曲線を求め、該マイナスイオン電流曲線におけるマイナスイオン電流の立ち上がり側に位置する任意の第1ポイントと、上記マイナスイオン電流のピーク側に位置する任意の第2ポイントとを求め、該第1、第2ポイントに基づいて、エンジンの運転状態を変化させる運転状態可変手段を制御することを特徴とするエンジンの運転制御装置である。

【0006】

請求項2の発明は、請求項1において、上記第1ポイント、第2ポイントがそれぞれマイナスイオン電流の立ち上がり点、ピーク点に設定され、該第1、第2ポイントの略中心点が燃焼重心とされており、上記運転状態可変手段が点火時期制御装置であり、該点火時期制御装置は、上記燃焼重心が所定の第3ポイントとなるように点火時期を制御することを特徴としている。

【0007】

請求項3の発明は、請求項2において、上記点火時期制御装置は、上記燃焼重心が最大トルク発生のための最小進角（MBT）に適合するように点火時期を制御することを特徴としている。

【0008】

請求項4の発明は、請求項2において、上記点火時期制御装置は、上記燃焼重心が上記MBTより遅角側に適合するように点火時期を制御することを特徴としている。

【0009】

請求項5の発明は、請求項2ないし4の何れかにおいて、上記点火時期制御装置は、上記燃焼重心が上記MBTに適合するよう又は上記MBTより遅角側に適合するよう点火時期をフィードバック制御することを特徴としている。

## 【0010】

請求項6の発明は、請求項1において、上記第1ポイント、第2ポイントがそれぞれマイナスイオン電流の立ち上がり点、ピーク点に設定され、該第1、第2ポイントの略中心点が燃焼重心とされており、上記運転状態可変手段はバルブタイミング制御装置であり、該バルブタイミング制御装置は、上記燃焼重心の変動率に基づいてバルブタイミングを制御することを特徴としている。

## 【0011】

請求項7の発明は、請求項1において、上記第1ポイント、第2ポイントがそれぞれマイナスイオン電流の立ち上がり点、ピーク点に設定され、該第1、第2ポイントの略中心点が燃焼重心とされており、上記運転状態可変手段は、吸気内に排気ガスを再循環させるEGR装置であり、該EGR装置は、上記燃焼重心の変動率に基づいてEGR率を制御することを特徴としている。

## 【0012】

請求項8の発明は、請求項1ないし7の何れかにおいて、上記第1、第2ポイントは、クランク角度又は点火からの時間により定義されることを特徴としている。

## 【発明の効果】

## 【0013】

請求項1の発明によれば、マイナスイオン電流曲線におけるマイナスイオン電流の立ち上がり側に位置する任意の第1ポイントと、上記マイナスイオン電流のピーク側に位置する任意の第2ポイントとを求め、該第1、第2ポイントに基づいて、エンジンの運転状態を変化させる運転状態可変手段を制御するようにしたので、燃焼速度の低下時等を含む幅広い運転状態において、例えば点火時をMBTに適合させることができ、また燃費、排ガス、ドライバビリティを最適化することができる。

## 【0014】

請求項2、3の発明によれば、上記第1ポイント、第2ポイントをそれぞれマイナスイオン電流の立ち上がり点、ピーク点に設定し、該第1、第2ポイントの略中心点を燃焼重心とし、該燃焼重心が所定の第3ポイントとなるように点火時期を制御するようにしたので、例えば吸気バルブのリフト量や開閉タイミングを複雑に可変制御する可変バルブタイミング機構を備えた場合や、単純に機関の回転速度やスロットル開度等のエンジン負荷条件を変える場合においても、点火時期を最適燃焼状態のMBTに適合するように制御できる。

## 【0015】

また本発明は、燃焼圧から熱伝導率の瞬時値を予測計算するのではなく、真の燃焼状態の不对電子量であるマイナスイオン電流を立ち上がり側とピーク側の二点において計測し、これにより機関を制御する方法であるから、誤差を減少させることができると共に、燃焼室内にセンサー等を埋め込むことなく簡単に機関の制御を行なうことができる。

## 【0016】

請求項4の発明によれば、上記燃焼重心がMBTより遅角側に適合するように点火時期を制御するようにしたので、排気ガス成分のうち特にNO<sub>x</sub>の発生量を軽減できる。

## 【0017】

請求項5の発明によれば、上記燃焼重心が上記MBTに適合するよう又は上記MBTより遅角側に適合するよう点火時期をフィードバック制御したので、より一層確実に燃焼重心を所要のクランク角に一致させることができる。

## 【0018】

請求項6、7の発明によれば、上記第1ポイント、第2ポイントをそれぞれマイナスイオン電流の立ち上がり点、ピーク点に設定し、該第1、第2ポイントの略中心点を燃焼重心とし、該燃焼重心の変動率に基づいてバルブタイミング、あるいはEGR率を制御するようにしたので、バルブタイミングの制御やEGR率の制御を特別な検出センサを付加することなく簡単な構成により実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

## 【0019】

以下本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

図1ないし図4は本発明の一実施形態による内燃機関の運転制御装置を説明するための図であり、図1はその概略構成図、図2はマイナスイオン電流とクランク角との関係を示す特性図、図3はエンジン回転速度と点火時期、燃焼重心との関係を示す特性図、図4はマイナスイオン電流と燃焼圧との関係を示す特性図である。

## 【0020】

図において、1は水冷式4サイクル多気筒タイプの内燃機関である。この内燃機関1は、クランクケース2上にシリンダブロック3、シリンダヘッド4、ヘッドカバー（図示せず）を積層締結し、シリンダブロック3のシリンダボア3a内に挿入配置されたピストン6をコンロッド7を介してクランクケース1内に配置されたクランク軸8に連結した概略構造を有する。

## 【0021】

また上記シリンダヘッド4のシリンダブロック側合面には、上記ピストン6、シリンダボア3aとで燃焼室を形成する燃焼凹部4aが凹設されており、該燃焼凹部4aに開口する吸気弁開口4b、排気弁開口4cは吸気弁9、排気弁10で開閉される。

## 【0022】

上記吸気弁9、排気弁10は吸気カム軸11、排気カム軸12で開閉駆動される。この吸気カム軸11、排気カム軸12には可変バルブタイミング機構13が接続されており、該可変バルブタイミング機構13はコントロールユニット（ECU）16からのバルブタイミング制御信号aに基づいて上記吸、排気カム軸11、12による吸、排気弁9、10の開閉タイミングを可変制御する。

## 【0023】

また上記シリンダヘッド4には点火プラグ14が燃焼凹部4aの略中央に位置するように螺挿されており、該点火プラグ14の電極は燃焼凹部4aの内表面付近に露出している。この点火プラグ14には点火装置15が接続されており、該点火装置15は上記ECU16からの点火時期制御信号bに基づいて点火プラグ14によるスパークの発生タイミングを可変制御する。

## 【0024】

ここで本実施形態では上記点火プラグ14がマイナスイオン電流プローブに兼用されている。即ち、上記点火プラグ14にはバッテリー17のプラス電極17aが接続されており、該バッテリー17のマイナス電極17bは電流計18を介して上記シリンダヘッド4に接続されてアースされている。これにより上記点火プラグ14は常時プラス印加されている。なお、マイナスイオン電流プローブを別個独立に設けても勿論構わない。

## 【0025】

上記点火プラグ14が燃焼室内の混合気に点火すると、該燃焼室内で第一科学作用が活性化し、原子または分子内の電子が電子の衝突等によってエネルギーを受け、正常の安定状態よりも高いエネルギー状態に移るに十分な発熱を伴う励起状態となり紫外線を中心とする化学発光が発生し、プラスイオンが増加する。これに伴ってマイナスイオン電流が増加する。このマイナスイオン電流はイオン電流プローブに兼用された上記点火プラグ14により捕捉され、電流計18の検出値がECU16に入力される。

## 【0026】

また上記ECU16には、クランク角度検出センサ19、ノック検出センサ20からの検出信号が入力されており、ノック検出センサ20によりノックの発生が検出されると、後述するように点火時期制御が制約を受けることとなる。

## 【0027】

本願発明者等は、上記マイナスイオン電流Eは、図5に示すように、燃焼圧Pと概ね同じ変化傾向を示し、従って燃焼圧ひいては火炎面積あるいは熱発生の変化を表す情報として利用できる点に着目して本発明を成したのである。

## 【0028】

マイナスイオン電流Eのクランク角の変化に伴う変化特性を示す図2において、Aは点火ポイント、Bは該イオン電流曲線におけるイオン電流の立ち上がり側に位置する任意の点、本実施形態では立ち上がり点を示す第1ポイントであり、Cは上記イオン電流のピーク側に位置する任意の点、本実施形態ではピーク点を示す第2ポイントである。そして上記第1、第2ポイントB、Cの略中心点が燃焼重心Gとされている。上記ECU16は上記燃焼重心GがMBTとなるように点火装置15による点火時期を制御する。

#### 【0029】

エンジン回転速度と点火時期、燃焼重心等との関係を示す図3において、上記図2における第1ポイントB、第2ポイントC、燃焼重心Gはそれぞれ着火角度、燃焼終わり、燃焼重心として表されている。ここで上記MBTは、上述のように、最大トルクを得ることのできる最小進角値を意味している。具体的には本実施形態では、燃焼重心Gが上死点前約1～5度となる点火時期として設定されており、燃焼重心Gが上死点前1～5度となるように点火時期がフィードバック制御される。

#### 【0030】

マイナスイオン電流の立ち上がり点とピーク点とから求めた燃焼重心GとMBTとの関係を示す図4は、点火時期を上死点前側に進角させるに伴って燃焼重心Gが上死点前側から上死点後側に変化し、トルクは、燃焼重心が上死点後側に向かって進角するに伴って増大し、燃焼重心Gが上死点前2～3付近に位置しているときに最大となり、その後減少していることを示している。即ち、燃焼重心Gが例えば上死点前2～3度となるように点火時期を例えば上死点前35～36度に制御することによりトルクが最大となるMBTに適合することが判る。

#### 【0031】

このように吸気弁9のリフト量や開閉タイミングを複雑に可変制御する場合や、単純に機関の回転速度やスロットル開度等のエンジン負荷条件を変えたい場合においても、燃焼室内のマイナスイオン電流を測定することで自動的に点火時期をMBTに制御できることが判明した。

#### 【0032】

実験結果では、例えばある特定の内燃機関におけるある特定の運転状態xにおけるMBTを求めた場合に、仮に上記燃焼初期のマイナスイオン電流が発生開始するクランク角Bが上死点前11度であり、その後のマイナスイオン電流がピークとなるクランク角Cが上死点後9度であった場合、B～C間のクランク角は20度となり、その中心となるG点はBからクランク角10度遅角側、つまり上死点前1度となる。

#### 【0033】

同様に機関のスロットル開度を変えたり、回転速度を変化させたりした他のエンジン負荷条件下でのMBT時のG点のクランク角を調査すると、マイナスイオン電流の立ち上がり点B、ピーク点Cは多様に変化するが、どのような負荷条件下においても上記B～C間の中心位置G点は上死点前1度となり、全ての負荷条件下で同じとなることが判明したのである。なお、この燃焼重心Gのクランク角度は、内燃機関の固体差や経年変化により異なる値となる。

#### 【0034】

これは、燃焼初期と考えられるマイナスイオン電流発生点Bは点火プラグ14の放電後、着火遅れ期間を過ぎ、初期燃焼が始まり熱発生が始まる点であり、その後のピーク位置Cは燃焼時の熱発生が最大となる点であると考えられ、そのB～C間の中心点位置は、つまり燃焼の重心Gに相当するものと推定されるからである。

#### 【0035】

ポア/ストロークや、空燃比( $\lambda$ )が同一である場合、機関回転速度やエンジン負荷等が変わると燃焼速度が変わるため上記マイナスイオン電流より求めた上記B、Cの位置は変化するが、燃焼重心点Gは、最大の仕事を発生させるMBTの状態では常に一定のクランク角の位置となるのである。

#### 【0036】



従来は、燃焼圧力から疑似的に換算して求めた質量燃焼割合において熱発生を予測換算していたが、この場合においてもMBT時に上死点前に約30%、上死点後に残りの70%の熱発生分布となることが知られ、この圧力で求まる燃焼重心は上死点後であると考えられていた。

【0037】

しかし本発明に係るマイナスイオン電流から求められる燃焼重心は上死点付近、より具体的には上死点前1~5度となっている。この違いは、本発明の場合、冷炎、青炎の励起状態において発生するのに対し、燃焼圧力より求めている熱発生は、この冷炎後、青炎後の発炎反応、つまり赤外線を中心とする固体放射等の振幅遷移の発光の結果のため、マイナスイオン電流により求めた燃焼重心に対し、圧力から求める燃焼重心が遅角側となったものと考えられる。

【0038】

また本発明は、燃焼圧力から熱伝導率の瞬時値を予測計算するのではなく、真の燃焼状態の不对電子量であるマイナスイオン電流を計測し、それにより機関を制御する方法であり、誤差を減少させると共に、燃焼室にセンサー等を埋め込むことなく簡単に機関の制御を行なうことができる。

【0039】

本発明における制御では、ノック等の機関破損を伴うおそれのある領域では、この制御を禁止するか、あるいは目標とする燃焼重心点Gの設定を遅角側とすることで回避できる他、多種のノック検出手段でノックが計測された場合に、このMBT制御を中止することにより機関破損を防止することも可能である。

【0040】

このマイナスイオン電流による燃焼重心Gは、強制的に吸気に排気ガスを再循環させるEGR状態や、希薄空燃比状態、又は成層燃焼時の失火においても大きく変動する。従ってこの燃焼重心Gの変動率によりEGR率や空燃比を制御することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明の一実施形態を模式的に示す構成図である。

【図2】上記実施形態におけるマイナスイオン電流のクランク角の変化に伴う特性図である。

【図3】上記実施形態における点火時期、燃焼重心のエンジン回転速度の変化に伴う特性図である。

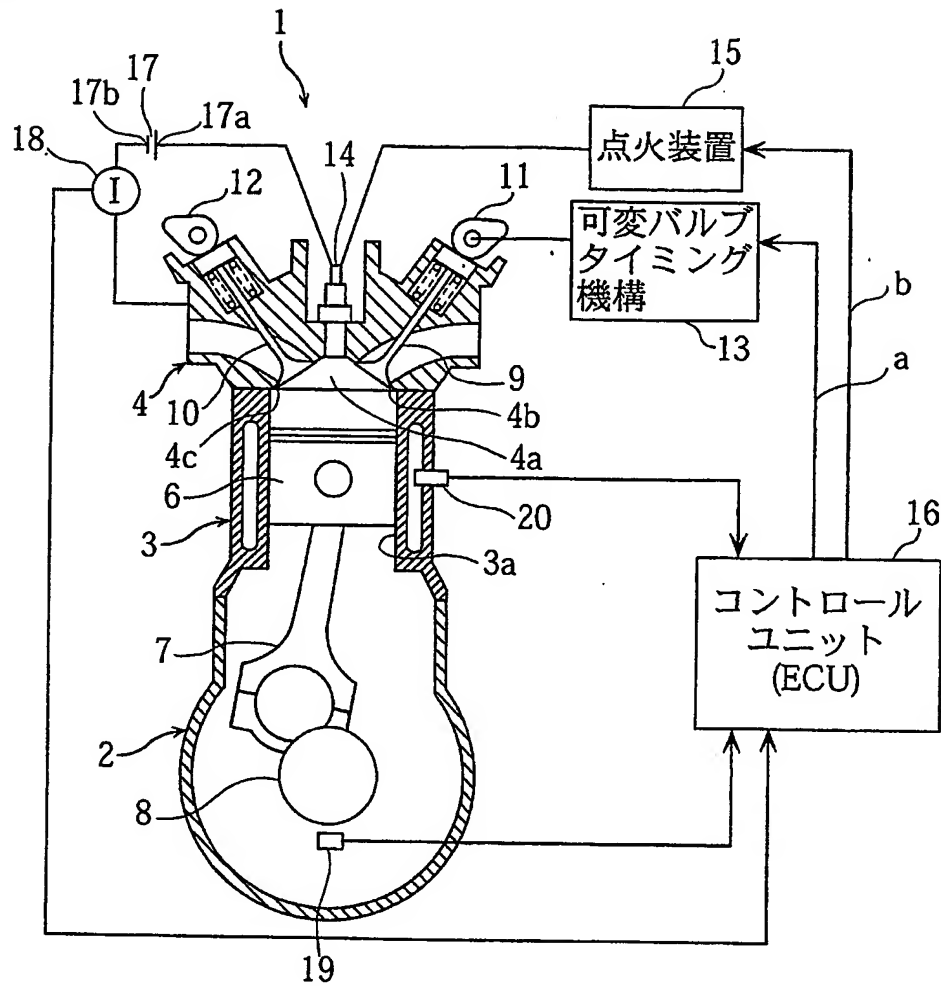
【図4】上記実施形態におけるマイナスイオン電流と燃焼圧との関係を示す特性図である。

【符号の説明】

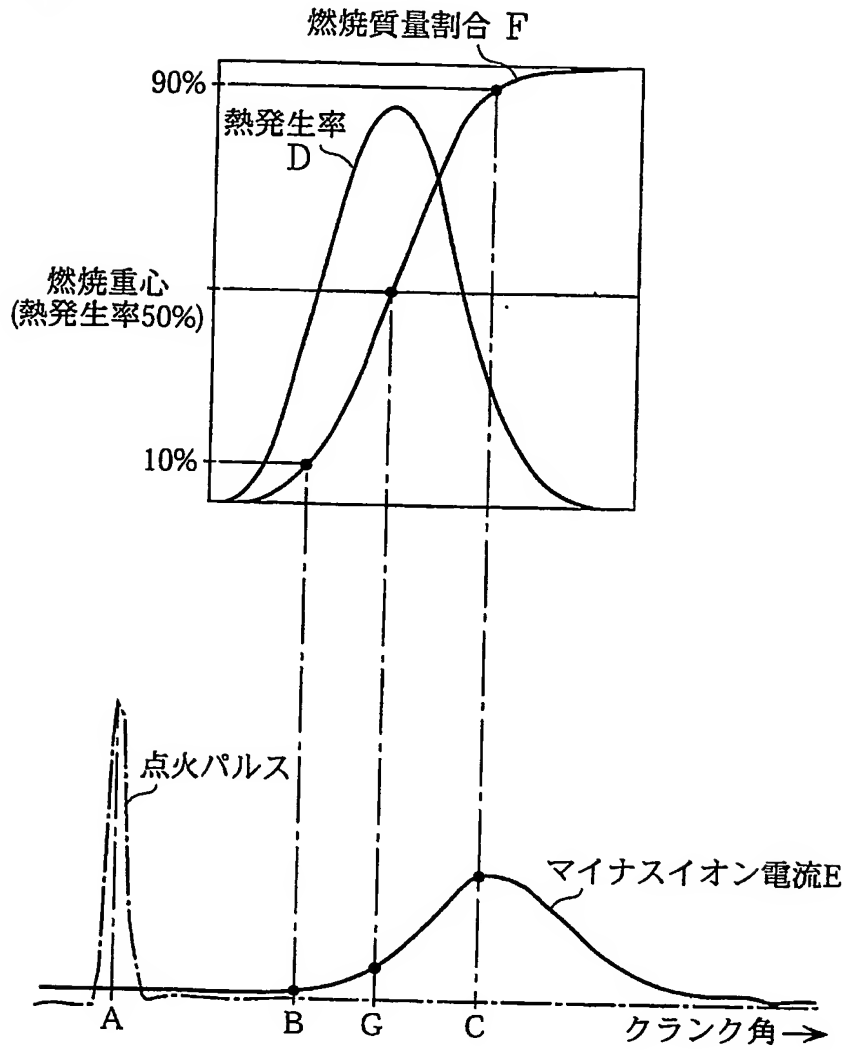
【0042】

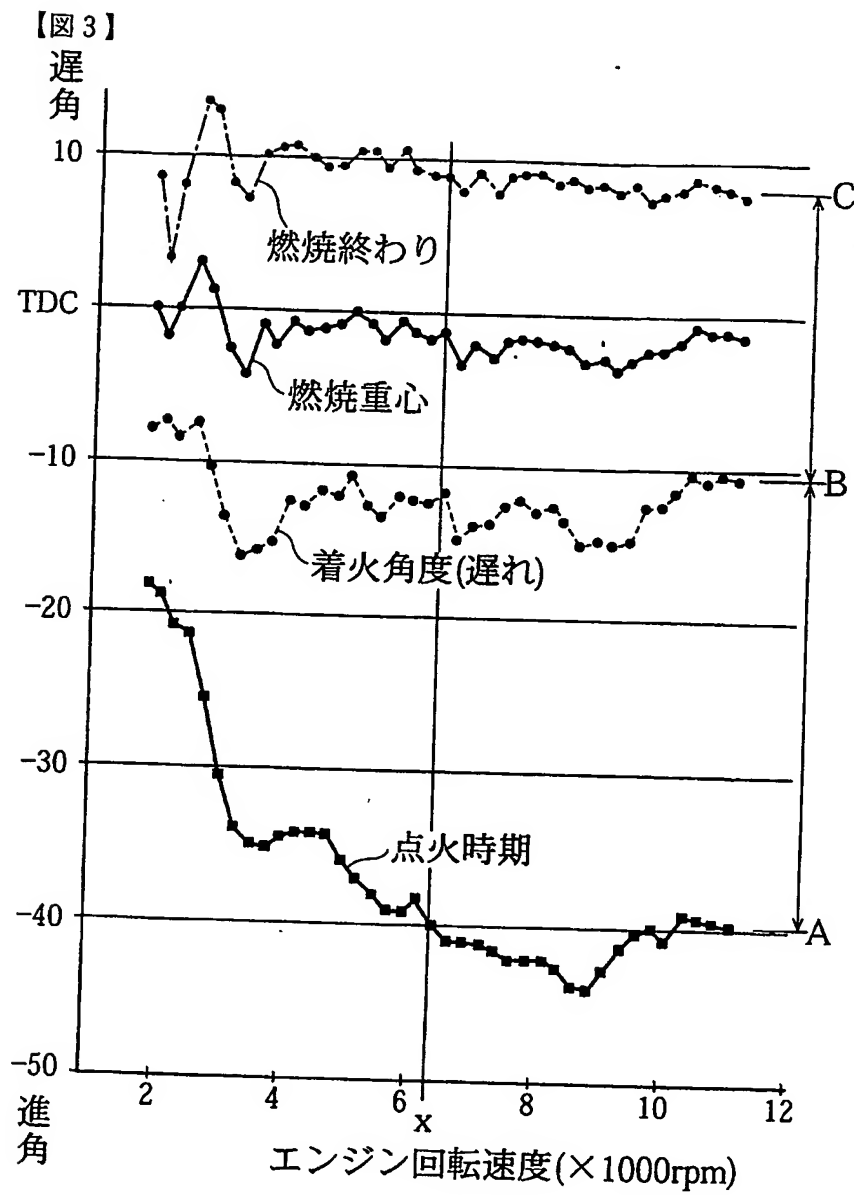
- 1 内燃機関
- 13 可変バルブタイミング機構
- 15 点火装置（運転状態可変手段）
- B 第1ポイント
- C 第2ポイント
- E マイナスイオン電流曲線
- G 燃焼重心（第3ポイント）

【書類名】 図面  
【図 1】

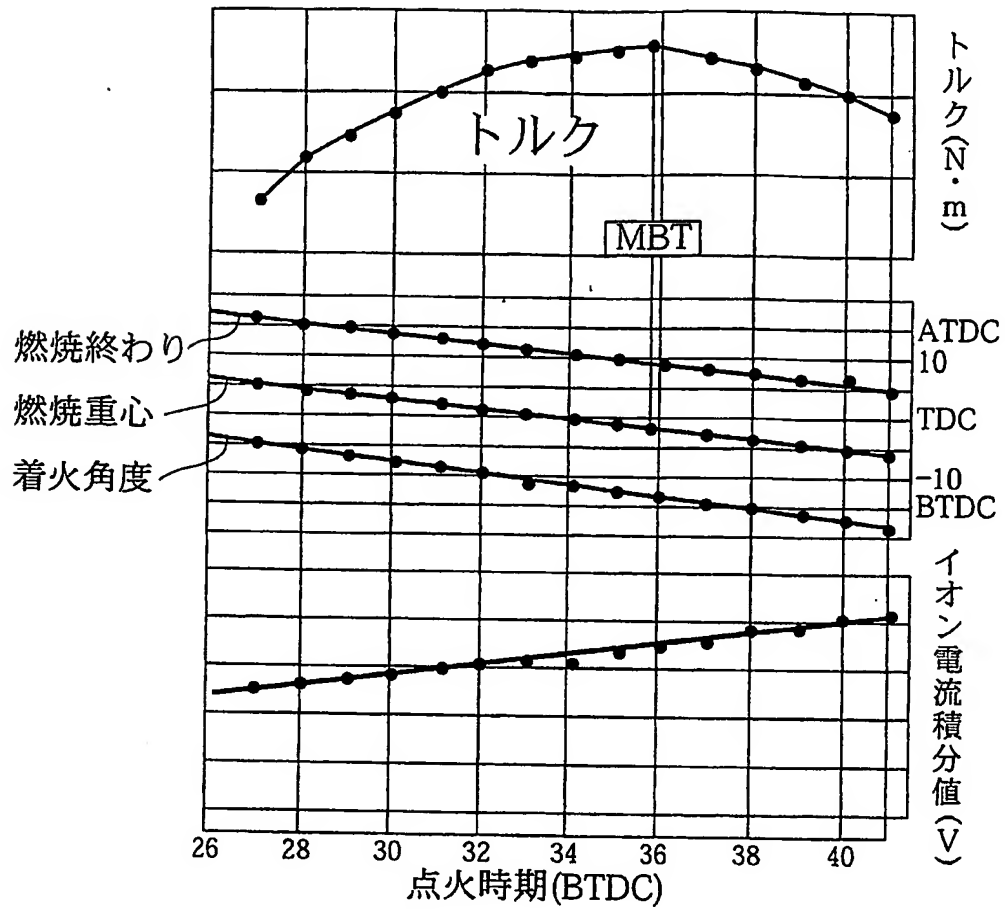


【図2】





【図 4】



イオン燃焼重心と、MBTの関係

【書類名】要約書

【要約】

【課題】 トルクや燃焼圧を測定することなく、例えば点火時期をMBTに制御でき、燃費、排ガス、ドライバビリティを最適化することができる内燃機関の運転制御装置を提供する。

【解決手段】 燃焼室内のマイナスイオン電流量を計測してマイナスイオン電流曲線Eを求め、該マイナスイオン電流曲線におけるマイナスイオン電流の立ち上がり側に位置する任意の第1ポイントBと、上記マイナスイオン電流のピーク側に位置する任意の第2ポイントCとを求め、該第1、第2ポイントB、Cに基づいて、エンジンの運転状態を変化させる運転状態可変手段15を制御する。

【選択図】 図2

特願2004-025547

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000010076]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住所

静岡県磐田市新貝2500番地

氏名

ヤマハ発動機株式会社